

## **“CARACTERIZACIÓN Y ESTUDIO, DE LOS MORTEROS Y MATERIALES PÉTREOS, EN LAS RUINAS DE LA CIUDAD DE POMPEYA”.**

***Autores: R. Prado<sup>1</sup>, M. Louis<sup>1</sup>, J. A. Huesca<sup>1</sup>, J. Uróz<sup>2</sup>, M<sup>a</sup> A. García del Cura<sup>3</sup>, Y. Spairani<sup>1</sup>.***

**(1) Universidad de Alicante. Departamento de construcciones arquitectónicas. España. (2) Universidad de Alicante. Departamento de historia antigua. España. (3) Instituto de Geología Económica CSIC-UCM. Laboratorio de Petrología Aplicada. Unidad Asociada CSIC-UA. España.**

### **RESUMEN**

Palabras clave: Arqueología, arquitectura, Pompeya, fábricas, materiales.

En este trabajo se realiza un estudio de la “Regio VII, Insula 3” de Pompeya (Italia), dentro de un Proyecto subvencionado por el Ministerio de Cultura Español y la universidad de Alicante. Se han realizado estudios sobre las características tipológicas de la insula, de las edificaciones y de sus fábricas. También el levantamiento y estudio gráfico de las fachadas y las tipologías de fábricas, estudiando los materiales que las forman. En los materiales pétreos se han identificado el calcáreo del Sarno, toba de Nocera, cruma, mármol amarillo, y artificiales como el Latericio y Cocciopesto. En los morteros han sido el de arena y cal: harenatum, el de mármol blanco y cal: Opus albarium y el de cal con cerámica: Opus signinum. En la caracterización se han empleado distintas técnicas: difracción de rayos X, M.E.B., lámina delgada y cámara de infrarrojos. Esta comunicación refleja los resultados de dichos estudios.

### **ABSTRACT**

Key Word: Archaeology, architecture, Pompeii, factories, materials.

In this work Isle carries out a study of the “Regio VII, Insula 3” of Pompeii (Italy), under of a Project subsidized by the Spanish Department of Culture and the university of Alicante. Studies have been realized on the characteristics tipológicas of the isle, of the buildings and of his factories. Also a raising and graphical study of the fronts and the tipologías of factories, studying the materials that form them. In the stony materials the Calcareous of the Sarno has been identified, Nocera tufa, cruma, yellow Marble, and artificial ones as the Latericio and Cocciopesto. In the mortars they have been of sand and lime: harenatum, that of white marble and lime: Opus albarium and the of lime with ceramic: Opus signinum. In the characterization different technologies: diffraction of beams X, S.E.M., thin sheet and chamber of infrared. This communication reflects the results of the studies before related.

## INTRODUCCIÓN

La ciudad romana de Pompeya, fundada a mediados del s. VI a. C., por su situación junto al mar en la desembocadura del río Sarno, tuvo un papel importantísimo en las rutas comerciales de la Campania, hasta que fue arrasada el año 79 d.C. por la erupción del volcán Vesubio (1). El descubrimiento de las ruinas en el s. XVIII y las excavaciones realizadas por Fiorelli en el siglo XIX y otras en el XX sacaron a la luz una ciudad congelada en el tiempo, protegida por una potente capa de cenizas. Pero la evolución y características de esa ciudad a lo largo de sus más de 600 años de existencia están por investigar. Los griegos, etruscos y samnitas dejaron su huella antes que los romanos y cada uno empleó técnicas y materiales distintos en la construcción. Es en los últimos años cuando primero Silla y después Augusto formalizan la Pompeya romana que se conoce, aunque fue destruida parcialmente por un terremoto el año 62 d.C. antes de la erupción (2). Encontramos pues en Pompeya distintos tipos de trazas urbanas en las diversas ampliaciones de la ciudad así como fábricas ejecutadas con diferentes materiales y modificaciones y refuerzos realizados para paliar los efectos del terremoto.

En este trabajo, centrado en de la “Regio VII, Insula 3” situada entre la vía de la Fortuna y la vía Stabiana, en el límite de la ciudad antigua sobre la muralla que la protegía, adjudicada por la “soprintendenza Archeologica di Pompei” se han realizado diversas investigaciones sobre la traza urbana y la arquitectura.

## EXPERIMENTAL.

Aunque existen levantamientos y estudios sobre los aspectos planimétricos y espaciales de Pompeya (3 y 4) no están realizados con la precisión necesaria. El objeto de este trabajo es realizar el levantamiento planimétrico del perímetro actual de la planta de manzana “Regio VII, Insula 3” para luego desarrollar de forma pormenorizada todas las parcelas que en ésta se localizan.

Esta información gráfica en una segunda fase pretende ser la base del levantamiento y el estudio gráfico de las fachadas mediante el método fotogramétrico.

Las medidas se realizan con la ayuda de instrumentos de precisión propios de trabajos topográficos, además de los comúnmente empleados en construcción Empleándose los siguientes:

- Una estación total de medición con y sin prisma Mod. TOPCON GPT-3005. Estación total electrónica de 2cc de apreciación angular y de 15cc de precisión según la norma DIN 18723. Alcance de 250m con medición sin prisma (tecnología de pulsos láser) y 3000 m con un prisma, con precisión de +/- 3mm + 2ppm. Compensación automática de eje vertical.
- Un distanciómetro láser Mod. Leica con un alcance de 200 m.
- Tres flexómetros de 8 m de longitud
- Dos cintas métricas de 50 m de longitud

El distanciómetro láser se utiliza para determinar longitudes en los casos de difícil accesibilidad. Mientras que la estación total se emplea para la obtención de puntos topográficos (puntos x, y, z) mediante la lectura con prisma o directamente mediante la tecnología láser. Puntos éstos que nos sirven de referencia para el levantamiento y estudio gráfico de las fachadas.

En otros casos donde los anteriores instrumentos son poco operativos (por la complejidad de estacionamiento o por la existencia de vegetación, etc...) se utilizan los flexómetros y cintas métricas. Instrumentos utilizados para triangular estancias, medir espesores, medir alturas de fábricas, etc...

En este caso se ha empleado la siguiente metodología: Se toma la información de 1414 puntos (x,y,z) con ayuda de la estación total, realizando 22 estaciones a lo largo de todo el perímetro de la manzana en cuestión hasta conformar la planimetría de la zona, empleándose el método de radiación.

El criterio de seguimiento de toma de datos es el mismo por el cual se van ordenando las viviendas de la propia manzana. Previo a la toma de datos se sitúan con carácter provisional y de forma estratégica los puntos fijos de referencia (dameros) que van a servir para el estudio fotogramétrico de las fachadas.

Por lo tanto se empezó por la casa número 1 que da su fachada a la Vía della Fortuna y se siguió hasta llegar a la casa número 14 en la misma Vía.

Se continuó con la medición tanto de la fachada a la calle Vicolo Storto como con la fachada a la calle Vía Stabiana. Realizando al mismo tiempo labores de apoyo de situación y cálculo de desniveles en la propia excavación que se esta realizando en la casa número 6 y en la tabernae número 5.

Se concluye con la medición de la fachada paralela a la Vía Della Fortuna y que une a las dos vías laterales Vía Stabiana y Vicolo Storto. Durante esta labor nos encontramos con la dificultad añadida de la existencia de una estructura tubular colocada para estabilizar parte de la fachada de las casas 30, 31,32 y 33. Con lo cual se hace necesario estacionar 6 veces el instrumental topográfico.

Una vez realizado y datado el perímetro de la manzana, se continuó con la medición interior de las casas. Nos ayudamos entonces tanto de la estación total como de los demás instrumentos.

Se han realizado los siguientes planos:

1. PLANO DE SITUACIÓN. Donde se localiza la ínsula, en el centro de la población, entre la vía de la Fortuna, la vía Stabiana y el vico Storto (Fig. 1).
2. PLANTA DEL PERÍMETRO DE LA ÍNSULA. Levantamiento planimétrico exacto que recoge las correcciones respecto a la planimetría conocida (Fig. 2).
3. PROLONGACIÓN ALINEACIÓN TEMPLO DE LA FORTUNA. Responde a la alineación original de este tramo de la vía que fue corregida al elevarse los edificios de la ínsula
3. Se ha dibujado la línea de aceras y la de edificación.



Fig 1. Plano general de Pompeya con la situación de la “Regio VII, Insula 3”

4. IDENTIFICACIÓN DE CASAS Y TABERNAE. El tipo general de casa en Pompeya es el denominado “casa con atrio”, que consiste en una entrada con un corredor de longitud variable que termina en un espacio abierto cuadrado o rectangular, situándose las habitaciones a su alrededor (4 y 5). Se han encontrado seis en la insula. Otra variante es la incorporación o no de “Tabernae”, pequeño comercio abierto a la calle. Se han reconocido las casas que componen la insula, así como las tabernae, distinguiendo aquellas que son independientes de las que forman parte de las casas.

Se han identificado las siguientes edificaciones:

6 Casas independientes.

5 Casas con tabernae incorporada (una de ellas tiene cinco comunicadas).

5 Casas-tabernae de superficie reducida.

6 Tabernae independientes.

Las más importantes son las de “il pannetiere” y la del “mensor”.

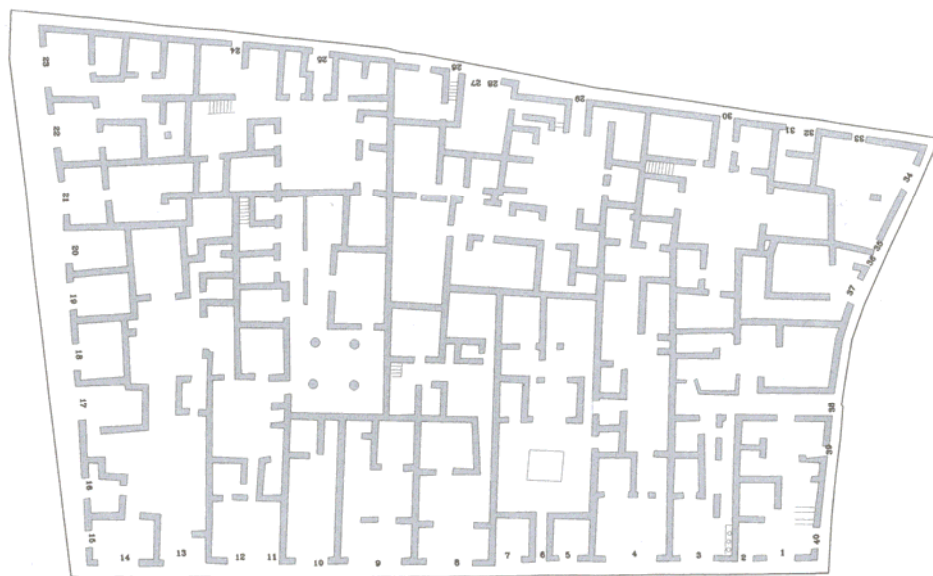


Fig. 2 Plano levantado de la “Regio VII, Insula 3”

Además de las labores topográficas se realizan las labores de análisis arquitectónico y constructivo, con la caracterización de los materiales y la tipificación de los muros de fábrica, morteros y pavimentos, así como la potencia de los muros para un posterior estudio estructural.

Primeramente se hace una relación de los tipos de fábricas y materiales que, como norma general, fueron utilizados en Pompeya, según las distintas épocas de desarrollo, de acuerdo a distintos autores (6 y 7).

A: Tipologías de fábricas: El gran aparejo.

Se usaron cinco materiales:

a) Calcáreo del Sarno. Usado en la antigüedad en fachadas austeras, en bloques de “*opus quadratum*” no siempre regulares con juntas oblicuas o ligeramente curvilíneas.

Extremadamente heterogéneo: difícil labra y modulación aunque se hacían capiteles cúbicos y tambores de columnas.

b) Tufo volcánico. Material homogéneo de grano fino y color cálido. Usado en la 2ª era samnita del III a. C. al 80 a. C (7).

Talla regular en bloques de aparejo isódomo en el que todas las piedras tienen la misma dimensión. Las juntas se resaltan mediante un rebaje en el canto. Las jambas de piedra vista son sustituidas por pilastras finas con capiteles dóricos o corintios. Se emplean también al interior decorando el atrio y el peristilo. Se usan columnas de piedra de fuste acanalado. Lo ven a veces como muy severo y aplican estucos blancos con apariencia de mármol (8).

c) Lava. Se usa en calles y fuentes. Raramente en gran aparejo, aunque si en basamentos debido a su color oscuro y a la mayor dificultad de labra que el tufo.

d) calcáreo blanco. Se introduce en la época de Augusto pero también se usa poco. Visible en el forum.

e) Mármol. Principalmente blanco de Carrara aunque se usan otros y en todos los colores. Muy poco frecuente en aparejos. Observar en el pórtico corintio a la entrada de Macellum. Se usa en aplacados en el atrio o el peristilo de las casas.

## 2. Opus africanum.

Fue traído de África y utilizado desde las primeras épocas. Se trata de una alternancia de elementos portantes verticales y a veces horizontales formados por grandes bloques de piedra alargados. Los paños se rellenan con sillarejos. En los más antiguos los sillarejos se unieron con arcilla, empleándose más adelante el mortero de cal.

## 3. Mampostería de pequeño aparejo.

Se utilizaron todos los materiales disponibles con diferentes presentaciones, tallas y colores. La falta de sistema en la ejecución dificulta la identificación.

a) Forma más rústica: Apilar las piedras poco trabajadas y colocar otras más pequeñas en los huecos, todo en seco (no se encuentra en Pompeya).

b) Constituida por tres partes distintas: Dos paredes de mampuesto cierran un núcleo macizo de arcilla y pequeñas piedras, definido por Vitrubio (9) como “emplecton”. En el siglo III a. C se introduce la cal en la mezcla.

En las Termas Centrales el núcleo es terroso y mediocre (10).

Luego se usará mortero de cal y arena volcánica en juntas. La mejor calidad del mortero, siguiendo las recomendaciones de Vitrubio (9), se reserva a enlucidos y estucos.

Las cualidades son elevadas en los morteros de Pompeya, pero muy baja en las mamposterías. Quedaron en evidencia al desaparecer techos y revestimientos. Tienen fallos de colocación, numerosos huecos, con interiores sin homogeneidad y pulverulentos (10).

c) Opus incertum: mampuestos sin talla ni forma específica tomados con mortero.

Se usa en todas las épocas de la villa por ser simple y económico.

Las casas más viejas se hicieron con sillares en esquinas y mampuestos calcáreos. Luego se usaron ladrillos o mampuestos aparejados mejor unidos al muro.

d) Opus quasi reticulatum. Se realiza en el 80 a. C por los veteranos de Sylla. Las esquinas se hacen con ladrillos en diente de sierra.

e) Opus reticulatum. Realizado con mampuestos de tufo regulares con gran calidad de aparejo y fina talla, logrando bellas fachadas de gran variedad de colores al usar calcáreas, tufo y ladrillo. Las esquinas se resuelven también con ladrillos pero colocados en plano.

f) Opus Vittatum. De mampuestos de mediano tamaño rectangulares con ladrillo. Se emplearon poco en Pompeya, solo en el gran edificio de Eumadrie.

g) Opus mixtum. De mampuestos pequeños y regulares con ladrillo. Usado en castillos de agua.

h) Opus testaceum y opus testaceum. Se emplea en la época augusta y se realiza solo con ladrillo.

Después del terremoto del 62 a.C. en los programas de edificación se fabricaron ladrillos normalizados de forma industrial y en grandes cantidades (2).

En columnas se da la misma variedad de materiales: mampuestos, ladrillo (fácil de adaptar a perfiles circulares), pero siempre serán enlucidos.

#### 4. Arcos y bóvedas.

Aunque se solían hacer de ladrillo hay algunos bellos ejemplos en piedra de tufo.

#### B. Cronología de los distintos tipos de fábricas:

s. IV a.C.	Opus Quadratum sin cemento (mortarium).
Samnitas:	Opus Africanum.
s. III a.C. final:	Opus Incertum.
s. II a.C.	Cocciopesto (ladrillo y cal)
s. II a.C. 2ª mitad:	Opus Caementicium (uso de puzolanas). Fachadas de Opus Vittatum y laterales de Opus Incertum.
130 a. C.	Opus Testaceum (de ladrillo).
Época de Sylla:	Opus Vittatum más Opus Testaceum.
60 a. C.	Opus Reticulatum.
Época de Sylla hasta Augusto.	Opus Testaceum.

#### C. Materiales empleados.

Opus Quadratum:	Piedra carbonática o toba del Sarno
Opus Africanum:	Lava traquítica y tufos
s. II a.C.	Cruma (pumita)
Opus Vittatum:	Toba volcánica (de dos tipos, la gris más floja) Ladrillos (tesselae) y tejas (tégulas) cerámicos
Augusto:	Travertino de Caserta.

Los muros siempre se revestían al exterior (8).

#### D. Otros tipos de fábricas, morteros y hormigones.

Opus antiquum y Opus spicatum.

Pavimentos: Tierra compactada: solum festucatum, guijarros, cal y arena: statumen, guijo y cal: rudus.

Revestimientos: capa gruesa: Trullisatio, capas intermedias: direcciones, estuco final: Opus albarium.

Materiales conglomerantes: gypsum y calx, cerámica molida: Testaceum, mortero de cal: harenatum, mortero con cerámico: Opus signinum.

Hormigones con o sin compactar: structura caementicia.

De los tipos generales de Pompeya, en la insula en estudio se han reconocido las siguientes:

Pétreas:	Opus quadratum (sólo en la casa del “mensor”). Opus Vittatum y opus Vittatum mixto. Opus Africanum y opus Incertum (predominante).
Ladrillo:	Opus Testaceum.



Termofotografía.

Para detectar los tipos de materiales se ha utilizado la termografía que se basa en la diferente inercia térmica de cada material. En una gradación de temperaturas entre 20 y 60 °C, se produce una gama cromática del azul al rojo que nos permite diferenciar los materiales y las zonas con altos niveles de humedad, aunque las zonas en sombra, al estar más frías, alteran los resultados.

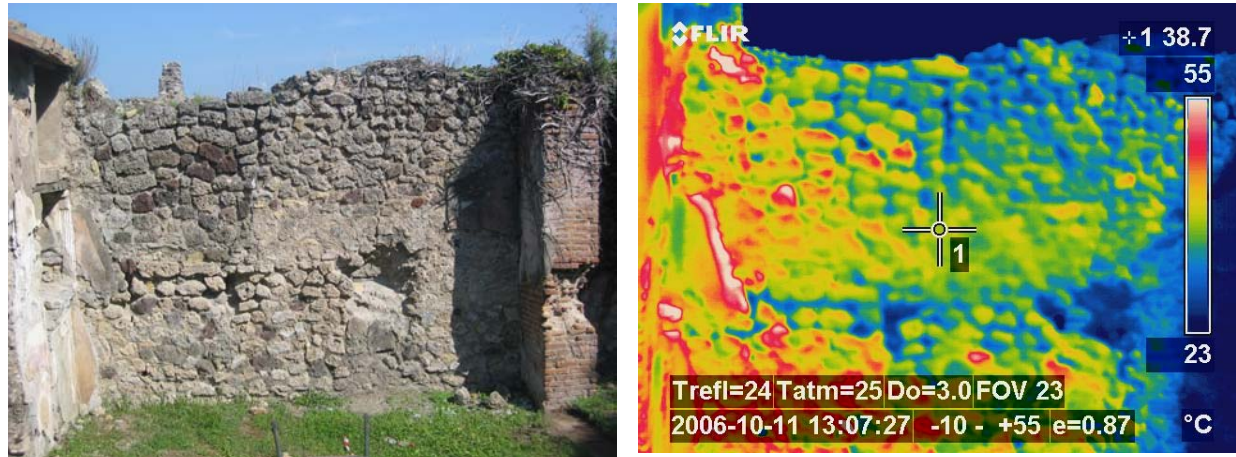


Fig. 3 Fotografía de “opus incertum” y termofotografía del mismo muro.

## RESULTADOS

Materiales pétreos. Se han tomado muestras de los siguientes materiales para realizar su identificación petrológica mediante lámina delgada y MEB:

Posible Pappamonte (en apenas 2 ó 3 mampuestos). Roca plutónica holocristalina, rica en zeolitas y de color negro. Algún cristal porfídico de ferromagnesianos y de zeolitas, estas últimas de variados tamaños.

Calcáreo del Sarno (predominante). Se trata de una caliza microcristalina con texturas biogénicas o caliza tobácea microcristalina con abundantes moldes de plantas lo que genera una importante porosidad que para realizar la sección delgada que aparece en la fotografía ha sido rellenada mediante resina teñida de azul (Fig.4). La roca, de fácil labra, está formada por cristales de calcita de 10 a 40  $\mu\text{m}$ . Su uso dio nombre a la primera fase samnita (425-200 a. C.) –età del calcare– aunque se utilizó hasta la erupción.

Lava traquítica densa (muy abundante). Lava holocristalina porfídica con matriz microlítica. Se identifican zeolitas y plagioclasa.

Lava traquítica ligera. Lava holocristalina porfídica similar a la anterior pero con vacuolas vacías y/o tapizadas por zeolitas. Se identifican zeolitas, plagioclasa y olivino.

Toba amarilla.

Toba de Nocera. Muy utilizada desde el 200 a. C.

Es una toba volcánica hialocristalina con microlitos de plagioclasa y vacuolas rellenas.

Cruma. Toba volcánica vacuolar (con vacuolas  $\geq 1$  cm).

Calcáreo blanco o travertino. Roca carbonática micrítica con fantasmas de fósiles.

Mármol amarillo. Caliza fosilífera con vénulas. Biomicrita y calcisferas.

Esquistos. Caliza margosa micrítica con foraminíferos e ilitas (relativamente grandes) con marcada orientación preferente.

Latericio y Coccio pesto. Presencia de fenocristales, principalmente de plagioclasa.  
Morteros. De los revestimientos. Capa interna o Trullisatio: Blanca o Gris. Blanco con lava gris.  
Opus albarium y Opus signinum.

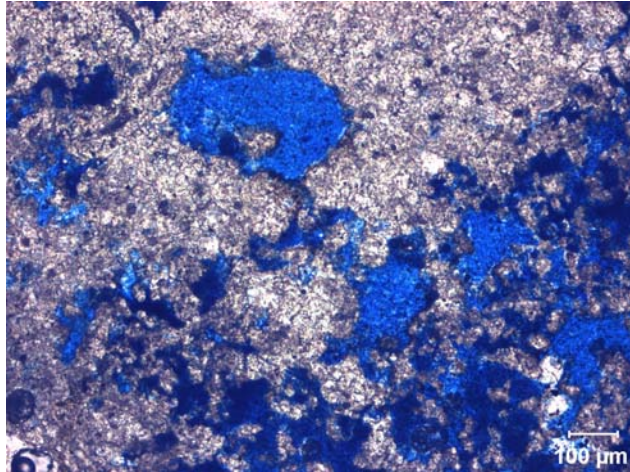


Fig. 4 Vista en lámina delgada del calcareo del Sarno

### AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Cultura de España por su financiación dentro del proyecto I+D.  
A la Universidad de Alicante por su apoyo y ayuda económica.  
A la soprintendenza Archeologica di Pompei por su colaboración.

### REFERENCIAS

- (1) Plinio el Joven, Epístolas, VI, 16.
- (2) Jean-Pierre Adam. "Osservazioni tecniche sugli effetti del terremoto del 62 a Pompei". In E. Guidoboni, Bologna 1989. pp. 224-241.
- (3) A.A.V.V. Planimetría Della città antica di Pompei, Roma 1994.
- (4) S.E. Bon, R. Jones. Sequence and space in Pompeii. Bradford 1997.
- (5) C. Chiaramonte Trerè. "Sull'origine e lo sviluppo dell' architettura residenciale di Pompei sannitica. Spunti di riflessione dagli scavinella regio VI, 5". in ACME 43, 3, 1990, pp. 5-34.
- (6) Jean-Pierre Adam. La construcción romana. Materiales y técnicas. Ed. Escuela de restauración. León, 1996.
- (7) J. B. Ward Perkins, Arquitectura romana, Madrid, 1980.
- (8) D. S. Robertson, Arquitectura griega y romana, Madrid, 1981.
- (9) M. Vitruvio Pollion, Los diez libros de arquitectura, (facsimil) Valencia, 1978.
- (10) Jean-Pierre Adam. Degradation et restauration de l' architecture pompéienne. Centre National de la Recherche Scientifique, París, 1983.